

最高の自撮りを実現する 宇宙用超小型スマートカメラ

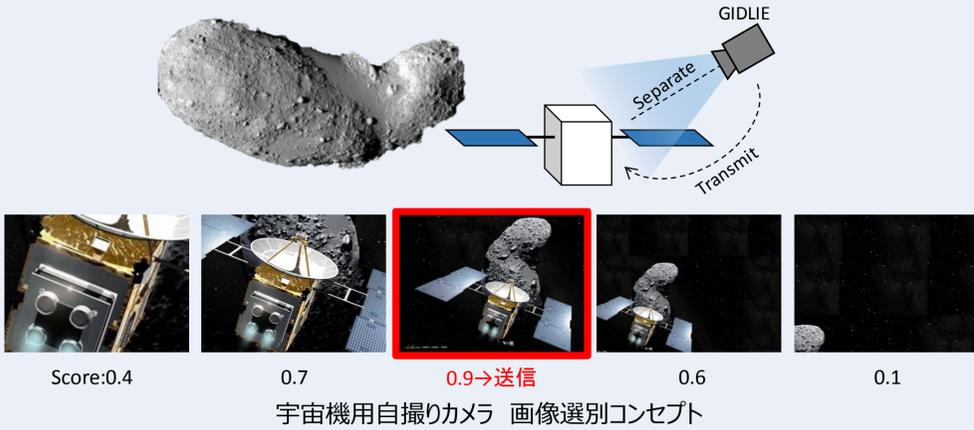
石田貴行, 石丸貴博 (宇宙航空研究開発機構 研究開発部門)

第19回宇宙科学シンポジウム 2019年1月9, 10日

①Introduction

宇宙機の最高の自撮りの実現を目指して

母船から超小型軽量のカメラを分離し、**高画質な自撮り画像**を母船へ送信できるシステムの実現を目指している。一方、カメラのリソース制約、画像のデータサイズの制約から、少数の画像しか送信できない。そのため、**撮像した画像をカメラ内で採点して「最高の自撮り」を選別**、母船へ送信するシステムを提案する。



最高の自撮りを実現する上での課題

超小型・軽量の分離カメラ実現のための実装技術

例えば探査機などでは自撮り専用カメラに許される質量は100g程度

「最高の自撮り」を選別する画像処理技術

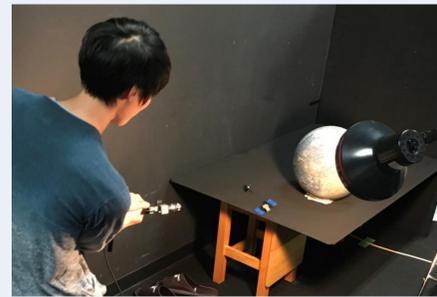
複数枚撮像した画像の中から最高の一枚を選別する機能が必要

②Image Dataset

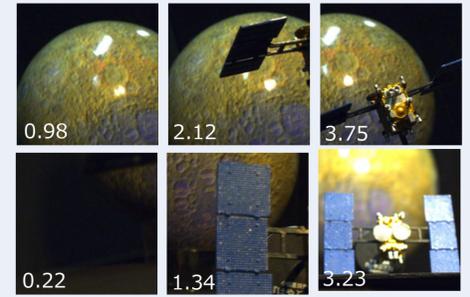
自撮り画像データセットの作成

自撮り画像データセットの作成

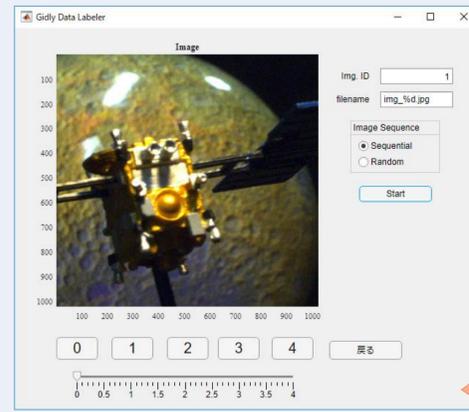
月・はやぶさ2の模型を使って約10000枚の自撮り画像を取得。各画像について、0~4点で無段階で採点。自撮りスコアは純粋に「**自撮りとしてどれほど良い画か**」を直感で採点



画像データセット取得風景



画像データセット例 (左下: スコア)



自撮り画像ラベリング用アプリケーション

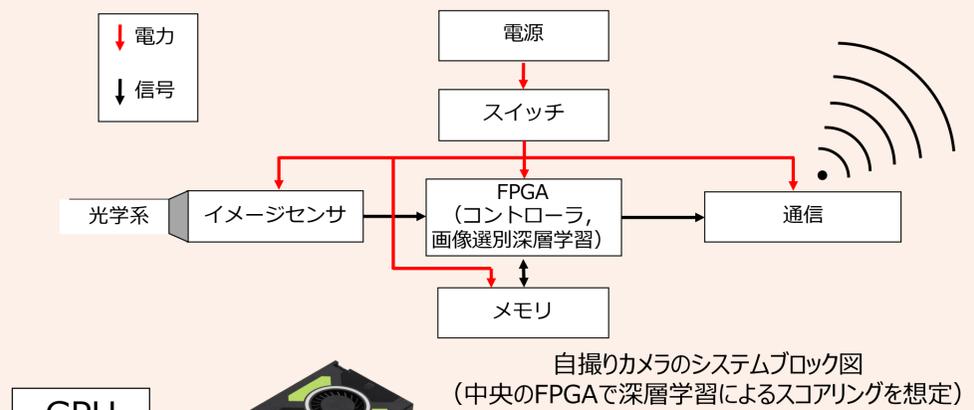
惑星・探査機の模型を使って大量に撮影し、自撮り画像データセットを作成。探査機が写っていない、一部のみ写っているものはスコアを低く設定した

AppDesignerを利用して画像ラベリング用アプリケーションを作成。最も時間がかかる**大量のデータラベリングを1日で終える**ことができた

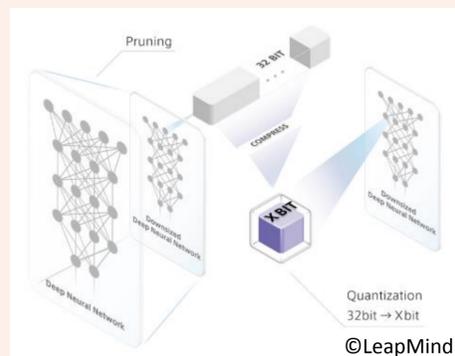
③Deep Learning on FPGA

低リソースFPGAへの深層学習の実装

通常深層学習を実時間で実行するにはGPUなどの大量の計算機リソースを必要とするが、本テーマではLeapMind社のDeLTA-Family (ディープニューラルネットワークの圧縮技術: 量子化・剪定等) を用いることで、低リソースFPGAへ深層学習を実装した。



電力比較 (下のボードはDE10-Nano)

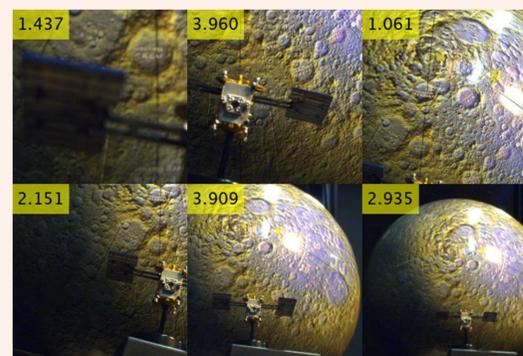


ニューラルネットワーク圧縮技術 (LeapMind DeLTA-Family)

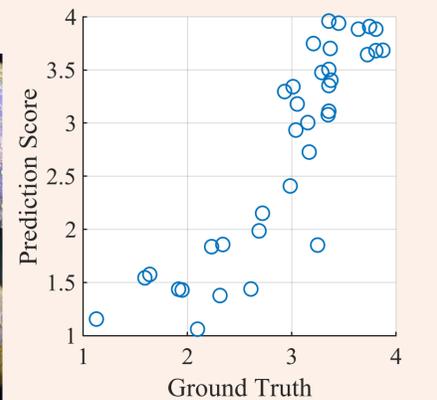
④Result

自撮り画像スコアリング機能の検証

超小型分離カメラにも搭載可能な程度の**低リソース・安価なFPGA上に自撮り画像スコアリング機能を十分な性能を保ったまま実装することに成功**。自撮り画像予測スコアのRMSE(精度の指標)の劣化を最小限に抑えたまま、**消費電力・重量・サイズを大幅に削減**することができた。



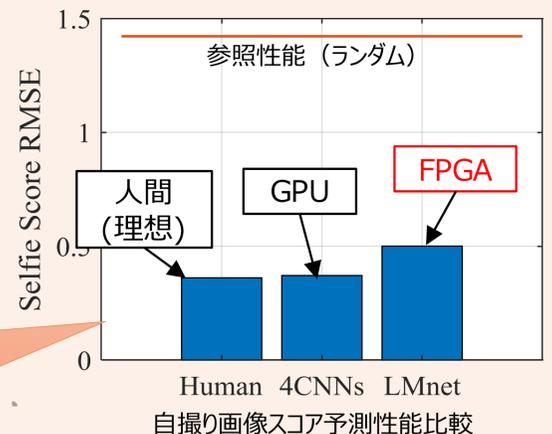
自撮り画像スコア予測結果 (数字は予測スコア)



自撮り画像スコア予測結果 (横軸: ラベルスコア, 縦軸: 予測スコア)

FPGA上で自撮り画像のスコアを予測。良い自撮り画像ほど高いスコアになっており、「**自撮りとして**」良い画像を正しく選別できている

予測精度劣化を最小限に抑えたまま低リソースFPGA上の深層学習による自撮りスコアリングを実現



Conclusions/Future Works

宇宙機の最高の自撮りを実現する自撮り画像スコアリング機能を、低リソースなFPGA上に実装することに成功した。今後は、①画像スコアリング機能とカメラ全体の制御機能を同一FPGAに実装するデザインの検討、②カメラの超小型化に向けた実装技術の検討を行う予定である。